

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 100 20 943 A 1**

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**C 07 C 1/20**  
C 07 C 29/00  
C 07 C 11/00  
C 07 C 31/00

21 Aktenzeichen: 100 20 943.2  
22 Anmeldetag: 28. 4. 2000  
43 Offenlegungstag: 31. 10. 2001

DE 100 20 943 A 1

71 Anmelder:  
Oxeno Olefinchemie GmbH, 45772 Marl, DE

72 Erfinder:  
Sakuth, Michael, Dipl.-Chem. Dr., 45770 Marl, DE;  
Tuchlenski, Axel, Dr., 45657 Recklinghausen, DE;  
Reusch, Dieter, Dr., 45772 Marl, DE; Beckmann,  
Andreas, Dr., 45657 Recklinghausen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren zur Spaltung von Alkyl-tert.-alkylether zur Gewinnung von Iso-Olefinen und Alkanolen an sauren Katalysatoren

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Spaltung von Alkyl-tert.-alkylether in die entsprechenden Iso-Olefine und Alkanole durch sauer katalysierte Reaktivdestillation, wobei die Reaktivdestillationsapparatur in aufsteigender Richtung eine Sumpfzone, mindestens eine Destillationszone und eine Reaktionszone aufweist und die Zufuhr des Alkyl-tert.-alkylethers in die Reaktionszone durch ein Azeotrop aus dem Alkyl-tert.-alkylether und dem entsprechenden Alkanol erfolgt.

Das Verfahren eignet sich zur Spaltung von primären, sekundären und tertiären Alkyl-tert.-alkylethern, insbesondere MTBE.

DE 100 20 943 A 1

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Spaltung von Alkyl-tert.-alkylether durch Reaktivdestillation unter saurer Katalyse in die entsprechenden Olefine und Alkanole.

5 [0002] Die Spaltung von Ethern, insbesondere Alkyl-tert.-alkylethern zu Alkanolen und Olefinen ist bekannt und kann zur Herstellung von reinen Olefinen eingesetzt werden. So wird z. B. Isobuten mit technischer Reinheit durch Dehydrierung von C<sub>4</sub>-Gemischen hergestellt. Diese C<sub>4</sub>-Gemische enthalten neben Spuren von C<sub>3</sub>- und C<sub>5</sub>-Verbindungen Isobuten, 1-Buten und 2-Buten. Eine einfache destillative Trennung dieses Gemisches zur Gewinnung von reinem Isobuten ist aufgrund der sehr geringen Siedepunktdifferenz bzw. Trennfaktor von 1-Buten und Isobuten unwirtschaftlich.

10 [0003] Zur Gewinnung von reinem Isobuten wird daher meist die Rückspaltung von Methyl-tert.-butylether (MTBE) zu Isobuten und Methanol eingesetzt.

[0004] Die säurekatalysierte Spaltung von Ethern wie z. B. MTBE zur Gewinnung von reinen Olefinen wie Isobuten ist ein an sich bekanntes Verfahren. Man unterscheidet hierbei zwei unterschiedliche Prozessvarianten. Zum einen kann die Spaltung in der Flüssigphase an sauren Ionenaustauscherharzen wie beispielsweise in DE 35 09 292 A1 bzw. 15 DE 36 10 704 A1 beschrieben oder an sauren Aluminiumoxiden wie beispielsweise in DD 240 739 A1 offenbart, ausgeführt werden. Im letztgenannten Fall sind die Reaktionsbedingungen (167°C und 1 bar bzw. 297°C und 10 bar) so gewählt, dass die MTBE-Spaltung auch im Gas-/Flüssigbereich bzw. in der reinen Gasphase abläuft.

[0005] Zum anderen kann die Spaltungsreaktion in der Gas-/Flüssigphase in einer Art kombinierter Reaktionsdestillationskolonne an sauren Katalysatoren durchgeführt werden, so offenbart in EP 0 302 336 A1 oder DE 43 22 712. In 20 EP 0 302 336 A1 wird die Abspaltung von Methanol aus MTBE an einem sauren Ionenaustauscherharz, das im Kolonnensumpf positioniert ist, beschrieben. Die Spaltung des Ethers findet hier im Kolonnensumpf statt, d. h. der Katalysator wird von einem Gemisch aus Ether, Olefin und Alkohol dauerhaft umspült. Zur Herstellung von Isobuten ist dies nachteilig, da zum einen ein schnelles Abziehen des unter sauren Bedingungen leicht oligomerisierenden Isobutens nicht gewährleistet ist, zum anderen werden die sauren Zentren des Katalysators durch Methanol belegt. In DE 43 22 712 beschreitet man einen anderen Weg. Der tertiäre Ether wird dort oberhalb der Reaktionszone einer Reaktionsdestillationskolonne zugeführt, wobei der Verstärkteil der Kolonne zur Isobutenreinigung dient, während im Abtriebsteil der Kolonne Methanol vom MTBE-Methanol-Azeotrop abgetrennt wird. Das Azeotrop gelangt zurück in die Reaktionszone. Als sauren Katalysator verwendet man ein sulfatiertes Titandioxid-Extrudat.

[0006] Bei beiden Vorgehensweisen können im Zulauf enthaltene Katalysatorgifte, wie beispielsweise Metallionen, 30 den Brönsted-sauren Katalysator desaktivieren. Des Weiteren würde bei dieser Anordnung das Einleiten eines MTBE-Methanol-Gemisches die Reaktionsgeschwindigkeit der MTBE-Spaltung und damit den Umsatz vermindern. Methanol hemmt die eigentliche Spaltungsreaktion aufgrund der Belegung der Säurezentren des Katalysators.

[0007] Bei den Spaltungsverfahren, die in der reinen Flüssigphase durchgeführt werden, ist prinzipiell zu beachten, dass keine hohen MTBE-Umsätze erreicht werden können. Dies begründet sich darin, dass es sich bei der Spaltungsreaktion um eine typische Gleichgewichtsreaktion handelt. So setzt sich beispielsweise eine Flüssigphase im Reaktionsgleichgewicht bei 100°C und entsprechenden Gesamtdruck folgendermaßen zusammen:

Molenbruch Isobuten = ~ 14 mol-%

Molenbruch MTBE = ~ 70 mol-%

40 Molenbruch Methanol = ~ 16 mol-%

[0008] Ein weiterer Problem Punkt bei diesen Verfahren ist das in der homogenen Flüssigphase gelöste Isobuten, das Folgereaktionen eingehen kann. Wichtigste Reaktionen dieser Art sind die säurekatalysierte Dimerisierung und Oligomerisierung. Aus diesem Grunde findet man neben dem gewünschten Zielprodukt Isobuten auch unerwünschte C<sub>8</sub>- sowie C<sub>12</sub>-Komponenten. Bei den unerwünschten C<sub>8</sub>-Molekülen handelt es sich um 2,4,4-Trimethyl-1-penten sowie 2,4,4-Trimethyl-2-penten. Des Weiteren findet aufgrund der teils hohen Reaktionstemperaturen eine weitere Folgereaktion statt, bei der zwei Methanolmoleküle unter Abspaltung von Wasser Dimethylether bilden. Da diese Reaktion einen erheblichen Methanolverlust hervorruft, muss vor allem im Hinblick auf eine Kreislaufverschaltung mit einer MTBE-Synthese Frischmethanol zugeführt werden.

50 [0009] Bei derjenigen Verfahrensvariante, bei der man die Spaltungsreaktion in der reinen Gasphase durchführt, treten ebenfalls die Probleme der Dimerisierung bzw. Oligomerisierung des gebildeten Isobutens zu unerwünschten Folgeprodukten auf. Durch Verdünnen des dampfförmigen Eduktstroms mit Inertgas können diese Reaktionen vermindert, aber nicht ausgeschlossen werden. Eine Verdünnung des Eduktstroms senkt gleichzeitig die Effizienz der Produktionsanlage.

[0010] Die bei den beschriebenen Verfahren durchgeführten Reaktionen in der Gasphase bzw. bei hohen Temperaturen 55 sind nachteilig, da sich im Verlauf des Spaltprozesses hochsiedende Crackprodukte bilden, die sich auf dem Katalysator ablagern und diesen desaktivieren. Desaktivierte Katalysatoren und/oder hohe Temperaturen begünstigen die Bildung von Nebenprodukten und vermindern die Selektivität der Reaktion. Insbesondere die durch die Etherspaltung erhaltenen Isobutene neigen zur unerwünschten thermischen Polymerisation. Eine Reaktionsführung bei niedrigeren Temperaturen hat häufig einen geringen Umsatz zur Folge.

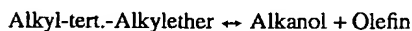
60 [0011] Der vorliegenden Erfindung lag daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Spaltung von Alkyl-tert.-alkylethern zu entwickeln, wobei ein hoher Ether-Umsatz bei gleichzeitig geringer Folgeproduktbildung und geringer Katalysatordesaktivierung realisiert werden soll.

[0012] Überraschenderweise wurde gefunden, dass die sauer katalysierte Spaltung von Alkyl-tert.-alkylethern zu den entsprechenden Olefinen und Alkanolen bei Einsatz eines Azeotrops aus dem Ether und den entsprechenden Alkanol mit hohen Umsätzen und geringer Nebenproduktbildung durchgeführt werden kann.

65 [0013] Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist daher ein Verfahren zur Spaltung von Alkyl-tert.-alkylether in die entsprechenden Iso-Olefine und Alkanole durch sauer katalysierte Reaktivdestillation, wobei die Reaktivdestillationsapparatur in aufsteigender Richtung eine Sumpfzone, mindestens eine Destillationszone und eine Reaktionszone und op-

tional eine weitere Destillationszone aufweist und die Zufuhr des Alkyl-tert.-alkylethers in die Reaktionszone durch ein Azeotrop aus dem Alkyl-tert.-alkylether und dem entsprechenden Alkanol erfolgt.

[0014] Die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens bestehen insbesondere darin, dass bei der Ether-Spaltung durch Reaktivdestillation eine günstige Beeinflussung der endotherm verlaufenden Gleichgewichtsreaktion:



durch destillatives Entfernen des Reaktionspartners Olefin resultiert. Weiterhin ist die Olefinkonzentration in der Flüssigphase so gering, dass gegenüber dem reinen Flüssigphasenverfahren die Bildung unerwünschter Folgeprodukte durch Dimerisierung:



bzw. Oligomerisierung vermindert wird.

[0015] Als Katalysator im erfindungsgemäßen Verfahren kann ein saures Ionenaustauscherharz oder jeglicher andere saure Katalysator auf anorganischer oder organischer Basis verwendet werden. Der saure Katalysator kann in herkömmlichen Destillations-Reaktionspackungen aus Metallgewebe positioniert werden.

[0016] Durch das erfindungsgemäße Verfahren können alle Alkyl-tert.-alkylether gespalten werden, die mit dem entsprechenden Alkanol ein Minimumazeotrop bilden und säurekatalysiert spaltbar sind. Als Edukt für das erfindungsgemäße Verfahren kann daher reiner Alkyl-tert.-alkylether dienen, oder Gemische aus Alkyl-tert.-alkylether mit dem entsprechenden Alkanol und/oder dem Iso-Olefin.

[0017] Bei Einsatz des reinen Ethers empfiehlt sich der Zusatz des Alkanols, das durch die Spaltreaktion erzeugt wird. Es ist zwar grundsätzlich möglich, auch andere Alkanole zuzusetzen, jedoch wird die anschließende Aufarbeitung der Alkanole erschwert. Ist die Trennung nicht nötig, d. h. ist das Iso-Olefin das eigentliche Zielprodukt, kann es zur Bildung des Azeotrops hilfreich sein, ein anderes Alkanol als das durch die Spaltung erzeugte zuzusetzen.

[0018] Die erfindungsgemäße Spaltung der Alkyl-tert.-alkylether führt zu den entsprechenden -Olefinen, d. h. in der Regel zu den verzweigten Olefinen aus dem Molekülteil des Ethers, der die tertiäre Alkylgruppe trägt. Der tertiäre Alkylteil dieser Ether, aus dem nachfolgend das entsprechende Iso-Olefin resultiert, kann 3 bis 10 Kohlenstoffatome enthalten.

[0019] Als zweites Spaltprodukt wird das entsprechende Alkanol erhalten. Der Alkylteil der Ether aus dem nachfolgend das entsprechende Alkanol resultiert – kann verzweigt oder unverzweigt sein und 1 bis 10 Kohlenstoffatome enthalten.

[0020] Mit dem Verfahren der Erfindung können n-Alkyl-tert.-alkylether in n-Alkanole und Iso-Olefine, sek.-Alkyl-tert.-alkylether in sekundäre Alkanole und Iso-Olefine sowie tert.-Alkyl-tert.-alkylether in tertiäre Alkanole und Iso-Olefine gespalten werden.

[0021] Beispiele für solche Verbindungen sind:

Alkyl-tert.-alkylether	Olefin	Alkanol
Methyl-tert.-butylether (MTBE)	Isobuten	Methanol
Ethyl-tert.-butylether (ETBE)	Isobuten	Ethanol
Tert.-amyl-methylether (TAME)	Isoamylen	Methanol
Tert.-amyl-ethylether (TAEE)	Isoamylen	Ethanol
tert.-Butyl-isopropylether (TBIPE)	Isobuten	Isopropanol
tert.-Butyl-sek.-butylether (TBSBE)	Isobuten	Butanol-2
tert.-Butyl-tert.-butylether (TBTBE)	Isobuten	Isobutanol

[0022] Die Zufuhr des zu spaltenden Alkyl-tert.-alkylethers in die Reaktionszone der Reaktionsdestillationsapparatur erfolgt durch ein Azeotrop aus dem Ether und dem entsprechenden Alkanol.

[0023] Es sind eine Reihe von Verfahrensvarianten einsetzbar, die exemplarisch in den Fig. 1–6 dargestellt sind. Hier bedeuten E: Einspeisung des Edukts, O: Auslass Olefin, A: Auslass Alkanol, R: Reaktionszone, D, D 1, D2, D3: Destillationszone, L: Leerzone (kann auch wegfallen), S: Sumpfzone. Die Sumpfzone wird extern oder intern beheizt, der Olefinauslass mit einem Kondensator versehen (nicht dargestellt).

[0024] Das Azeotrop kann erhalten werden, indem die Zufuhr des Ethers (d. h. des Edukts) in die Reaktivdestillationsapparatur unterhalb der Reaktionszone, bevorzugt zwischen der Reaktionszone und der Sumpfzone (z. B. Fig. 1 und Fig. 2), erfolgt. Als Edukt können Ether/Alkanol-Gemische jeglicher Zusammensetzung verwendet werden. Ein entsprechendes MTBE/Methanol-Gemisch wird häufig durch MTBE-Produktionsanlagen erzeugt.

[0025] Nach erfolgter Spaltung des Ether/Alkanol-Azeotrops in der Reaktionszone wird das entsprechende Olefin als Olefin/Alkanol-Azeotrop über den Kopf der Apparatur abgezogen, während der größte Teil des Alkanols in den Sumpf läuft.

[0026] Das über Kopf abgezogene Alkanol/Iso-Olefin-Azeotrop kann einen geringen Anteil des Ethers enthalten.

[0027] In einer anderen Ausführungsform des Verfahrens weist die Reaktivdestillationsapparatur mehrere Destillati-

onszonen auf, wobei eine Destillationszone in aufsteigender Richtung, (d. h. in Gasströmungsrichtung) über der Reaktionszone (z. B. Fig. 5 und Fig. 6) angeordnet ist.

[0028] Es ist in einer anderen Variante der Erfindung auch möglich, dass die Zufuhr des Alkyl-tert.-alkylethers in die Reaktivdestillationsapparatur zwischen Destillations- und Reaktionszone erfolgt (z. B. Fig. 1). In Fig. 3 erfolgt die Zufuhr des Eduktfeeds zwischen zwei Destillationszonen. Weiterhin kann die Zufuhr des Ethers in die Apparatur in eine Destillationszone erfolgen (Fig. 4).

[0029] In überraschend vorteilhafter Weise ermöglicht die Anordnung der Katalysatorpackung bzw. der Reaktionszone oberhalb des Zulaufes des Edukts, dass Katalysatorgifte wie Metallionen die Reaktionszone nicht erreichen können, so dass eine Desaktivierung des Katalysators auf jeden Fall vermindert wird. Des Weiteren ist eine Auftrennung eines Alkyl-tert.-alkylether/Alkanol-Gemisches bis zum azeotropen Punkt im Verstärkerteil möglich, sodass Alkyl-tert.-alkylether/Alkanol-Gemische jeglicher Zusammensetzung verarbeitet werden können. Es wird so gewährleistet, dass immer eine Ether-haltige Flüssigphase die Reaktionszone erreicht, sodass die Spaltungsreaktion nicht zum Erliegen kommt.

[0030] Der geeignete Arbeitsbereich der Reaktivdestillationsapparatur bezüglich des Kolonnendrucks liegt zwischen 1 und maximal 10 bara. Für die Spaltung von MTBE hat sich ein Kolonnendruck von 3–7 bara bewährt. Wird als Katalysator ein z. B. Kationenaustauscherharz verwendet, ist bei über 125°C mit einer erheblichen Abspaltung sulfonsaurer Gruppen von der Harzoberfläche zu rechnen, sodass allmählich eine Desaktivierung des Katalysators eintritt. Hier empfiehlt es sich eine Reaktionstemperatur von 105 bis 115°C.

[0031] Über den Kolonnendruck kann die für den Katalysator optimale Betriebstemperatur eingestellt werden.

[0032] Andere Katalysatoren, die im erfindungsgemäßen Verfahren verwendet werden können, sind z. B. säureaktivierte Bentonite und/oder Tonerden, Zeolithe, sulfonierte Zirkoniumoxide oder Montmorillonite. Diese Katalysatoren können bei höheren Temperaturen betrieben werden. Durch die Anordnung der Katalysatorpackung oberhalb des Zulaufs lässt sich die Vergiftung des Katalysators durch Metallionen, die im Feedstrom enthalten sein können, verhindern. Auch können Ether/Alkanol-Gemische beliebiger Zusammensetzung eingesetzt werden, da zwischen Zulauf und Reaktionspackung eine destillative Auftrennung des Gemisches bis zum Azeotrop erfolgen kann. Hierdurch lässt sich auch die Reaktionstemperatur innerhalb der Reaktionszone durch das Verdampfungsgleichgewicht steuern, wodurch eine Schädigung des Katalysators verhindert werden kann. Hier besitzen Verfahren, die mit der Anordnung des Katalysators im Sumpf arbeiten, einen erheblichen Nachteil, weil Überhitzungen in der Sumpfbeheizung möglich sind, sodass Katalysatorschädigungen auftreten können.

[0033] Das folgende Ausführungsbeispiel zur Spaltung von MTBE in Methanol und Isobuten soll die vorliegende Erfindung verdeutlichen. Die erfindungsgemäße Spaltung von Ethern wie ETBE, TAME, TAEE, TBIPE, TBSBE oder TBTBE erfolgt analog.

[0034] Die MTBE-Spaltung wird in einer Druckkolonne, die mit Destillations- und Reaktions-Destillationspackungen ausgestattet ist, durchgeführt. Die Kolonne, die adiabatisch betrieben wird, besitzt folgende Abmessungen und Anordnungen:

- Innendurchmesser = 80 mm
- Anordnung der Packungselemente:
- 2.–6. Boden: Destillationspackung
- 7.–13. Boden: Reaktionspackung
- 14.–30. Boden: Destillationspackung

[0035] Das Edukt, bestehend aus 99 Gew.-% MTBE und 1 Gew.-% Methanol, wird mit 2 kg/h auf dem 20. Boden mit einer Temperatur von 68°C unterkühlt hineingefahren. Die Unterkühlung des Eduktgemisches ist aus rein versuchstechnischen Gründen erforderlich und hat keinen Einfluss auf die Reaktion.

[0036] Der eingestellte Kolonnendruck beträgt 6,5 bara. Am Kopf der Kolonne wird der Kondensator bei zirka 52 bis 53°C betrieben, sodass der Dampfstrom total kondensiert werden kann. Ein Teil des kondensierten Stromes wird aus der Kolonne herausgeführt, ein anderer Teil wird auf die Kolonne als Rücklauf zurückgeführt. Das Rücklaufverhältnis beträgt 9.

[0037] Die Temperatur in der Reaktionszone liegt unter diesen Randbedingungen zwischen 95 und 110°C und sollte daher zu keiner Schädigung des in den Reaktionspackungen eingebauten Kationenaustauscherharzes auf Styrol-Divinylbenzol-Basis führen. Die Sumpftemperatur beträgt zirka 120°C.

[0038] In Fig. 6 ist das hier beschriebene Beispiel grafisch dargestellt; die Zusammensetzung des Feedstromes sowie die des Destillat- und Sumpfstromes ist in Tabelle 1 zusammengefasst. Der MTBE-Umsatz beläuft sich in diesem Beispiel auf über 99%.

[0039] Das Edukt wird über die Leitung E zugeführt. Die Reaktivdestillationsapparatur weist zwei Destillationszonen (D und D3), eine beheizbare Sumpfszone S und eine Reaktionszone R auf. Isobuten wird als Destillationsstrom O, Methanol als Sumpfstrom A abgezogen.

Tabelle 1

Massenströme und ihre Hauptbestandteile (gerundete Werte)

	kg/h	MTBE	Isobuten	Methanol
Feedstrom	2,00	99,0 Ma.-%	0,0 Ma.-%	1,0 Ma.-%
Destillatstrom	1,32	1,4 Ma.-%	95,5 Ma.-%	3,1 Ma.-%
Sumpfstrom	0,68	0,2 Ma.-%	0,0 Ma.-%	99,8 Ma.-%

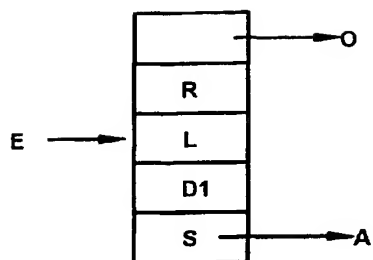
## Patentansprüche

1. Verfahren zur Spaltung von Alkyl-tert.-alkylether in die entsprechenden Iso-Olefine und Alkanole durch sauer katalysierte Reaktivdestillation, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reaktivdestillationsapparatur in aufsteigender Richtung eine Sumpfzone, mindestens eine Destillationszone und eine Reaktionszone aufweist und die Zufuhr des Alkyl-tert.-alkylethers in die Reaktionszone durch ein Azeotrop aus dem Alkyl-tert.-alkylether und dem entsprechenden Alkanol erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Zufuhr des Alkyl-tert.-alkylethers in die Reaktivdestillationsapparatur unterhalb der Reaktionszone erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Zufuhr des Alkyl-tert.-alkylethers in die Reaktivdestillationsapparatur zwischen der Reaktionszone und der Sumpfzone erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Zufuhr des Alkyl-tert.-alkylethers in die Reaktivdestillationsapparatur zwischen Destillationszone und Reaktionszone erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Reaktivdestillationsapparatur mehrere Destillationszonen aufweist, wobei eine Destillationszone in aufsteigender Richtung über der Reaktionszone angeordnet ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Zufuhr des Alkyl-tert.-alkylethers in die Reaktionsdestillationsapparatur in einer Destillationszone erfolgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass n-Alkyl-tert.-alkylether in n-Alkanole und Iso-Olefine gespalten werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass sek.-Alkyl-tert.-alkylether in sekundäre Alkanole und Iso-olefine gespalten werden.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass tert.-Alkyl-tert.-alkylether in tertiäre Alkanole und Iso-Olefine gespalten werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass Methyl-tert.-butylether in Isobuten und Methanol gespalten wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass Ethyl-tert.-butylether in Isobuten und Ethanol gespalten wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass Tert.-amyl-methylether in Isoamylen und Methanol gespalten wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass Tert.-amyl-ethylether in Isoamylen und Ethanol gespalten wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 und 8, dadurch gekennzeichnet, dass tert.-Butyl-Isopropylether in Isobuten und Isopropanol gespalten wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 und 8, dadurch gekennzeichnet, dass tert.-Butyl-sek.-butylether in Isobuten und Butanol-2 gespalten wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 und 9, dadurch gekennzeichnet, dass tert.-Butyl-tert.-butylether in Isobuten und Isobutanol gespalten wird.

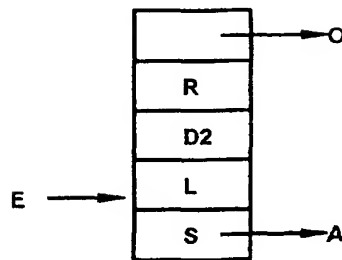
---

 Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen
 

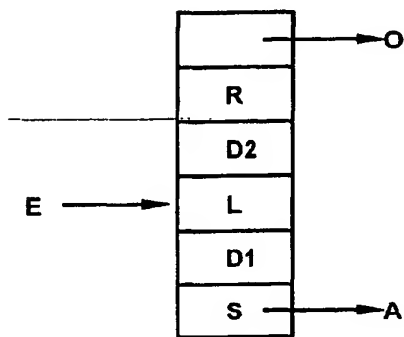
---



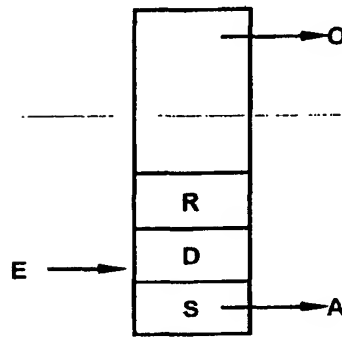
(Fig. 1)



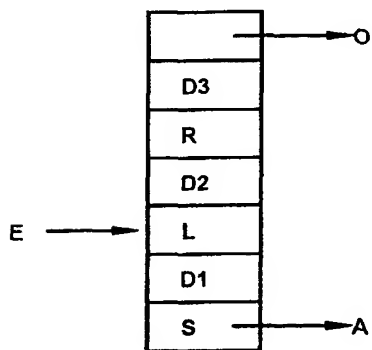
(Fig. 2)



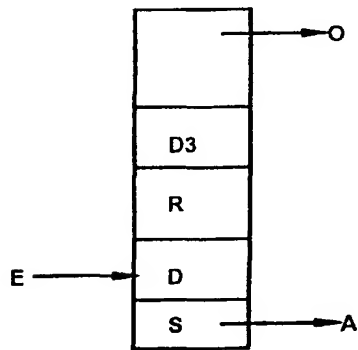
(Fig. 3)



(Fig. 4)



(Fig. 5)



(Fig. 6)